**昆虫学报** *Acta Entomologica Sinica*，December 2005，48(6)：986 – 992　　ISSN 0454-6296

# 红火蚁触角及其上感受器的扫描电镜观察

**高　艳，罗礼智**[*]

（中国农业科学院植物保护研究所，植物病虫害生物学国家重点实验室，北京　100094）

摘要：**应用扫描电镜对采自我国广东吴川和广西南宁的红火蚁** *Solenopsis invicta* Buren **工蚁、有翅雌蚁和雄蚁触角的形态和感受器类型进行了研究。结果表明，工蚁、雌蚁和雄蚁的触角存在着较大的差异。工蚁和雌蚁的触角为膝状，末端** 2 **或** 3 **节膨大为棒状，雌蚁的触角** 11 **节，比工蚁（**10 **节）的多** 1 **节。雄蚁的触角为线状，**12 **节，末端没有棒状结构。工蚁和雌蚁的触角上共有** 7 **种感受器，分别为毛形、曲毛形、锥形、腔锥形、坛形、刺形感受器和** Böhm **氏鬃毛，前** 6 **种感受器大多集中在触角末端的棒节，棒节以外的各鞭节上主要是毛形感受器，**Böhm **氏鬃毛则分布于柄节和梗节的基部，鞭节上无此感受器。雄蚁触角上也有** 7 **种感受器，但其分布与工蚁的有较大差异，**Böhm **氏鬃毛的分布与工蚁和雌蚁的相同，锥形感受器分布在末端** 2 **节，坛形感受器分布在末端** 3 **节，其余的** 4 **种感受器较为均匀地分布在各鞭节，而不是聚集在端节。另外，新发现雄蚁中存在一种与已知的毛型感受器不同的超短毛状感受器，定名为超短毛感受器。最后，对红火蚁的触角及感受器在蚁群社会性行为中的作用进行了讨论。**

关键词：**红火蚁；触角；形态；感受器；超微结构；扫描电镜**

中图分类号：Q969　　文献标识码：A　　文章编号：0454-6296(2005)06-0986-07

# Antennal morphology and sensilla of the fire ants, *Solenopsis invicta* Buren invaded southern China observed with scanning electron microscopy

GAO Yan, LUO Li-Zhi[*] (State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China)

**Abstract**: Antennal morphology and sensilla of the fire ants, *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) collected from Wuchuan, Guangdong and Nanning, Guangxi were observed by scanning electronmicroscopy. The antennae are sexually dimorphic: the female antenna is geniculate, and the male antenna wirelike. The worker antenna has 10 antennomers, with most sensilla distributed on the two distal segments (the antennal club). The queen antenna has 11 antennomers, with sensilla distributed on the three distal segments (the antennal club); whereas the clubless male antenna has 12 antennomers, with sensilla distributed on all segments. Seven types of sensilla were found on antennae of the female. They are sensillum trichodea, sensillum trichodea curvata, sensillum basiconica, sensillum coeloconica, sensillum ampullaceal, sensillum chaetica, and Böhm bristles. Most of these sensilla are on the female antennal club, except Böhm bristles which are located on the scape and pedicel. The male also have seven types of sensilla, while their distribution is different with that on the female. Böhm bristles are in the same distribution as on the female, but sensillum basiconica is distributed on the two distal segments, and sensillum ampullaceal is distributed on the three distal segments, and the rest four types of sensilla are distributed on each flagellum. An ultra-short sensillum trichodea was first found on males, which is absent on females and different from other known sensilla trichodea. The morphology and distribution of these sensilla were described, and their difference between castes and sexes was discussed.

**Key words**: *Solenopsis invicta* Buren; antenna; morphology; sensilla; ultrastructure; electronmicroscopy

**红火蚁** *Solenopsis invicta* Buren **原产于巴西西部、　阿根廷、巴拉圭和巴拿马运河一带，**1930 **到** 1940 **年**

---

**基金项目：国家科技攻关课题**（2005BA529A06）；**农业部财政项目**（2005-16）

**作者简介：高艳，女，**1978 **年** 4 **月生，在读博士，主要从事害虫三级营养关系研究，**E-mail：gaoyan78@xinhuanet.com

[*] **通讯作者** Author for correspondence, E-mail：lzluo@ippcaas.cn

**收稿日期** Received：2005-07-01；**接受日期** Accepted：2005-10-31

之间传入到美国的阿拉巴马州，现已遍布于美国13个州和波多黎哥，此外其在新西兰、澳大利亚也都已经建立了种群（Buren *et al*.，1974；Callcott and Collins，1996；Nattrass and Vanderwoude，2001；Pascoe，2001；Callcott，2002；Solley *et al*.，2002；Sutherst and Maywald，2005）。在我国，红火蚁2003年入侵台湾，2005年在广东、广西、湖南以及香港、澳门的局部地区相继发生危害，以广东发生的范围最大，受害最为严重，薛大勇等（2005）认为其在中国的适生环境广泛，有可能进一步扩散危害。红火蚁是一种危害严重的外来生物，生殖潜力大、扩散蔓延速度快，对环境的适应能力强，加之逃避了有效天敌的控制，因此每到一处，便可猖獗为害。红火蚁取食多种农作物的种子和果实；对骚扰其巢穴的物体有极强的攻击性，为害鸟类、家禽和小型哺乳动物等，破坏生物多样性；破坏灌溉系统、电子设备等公共设施，造成重大经济损失；人被叮咬后会形成水泡、脓包，对敏感体质的人，红火蚁的叮咬会导致过敏性休克甚至死亡（Taber，2000；Solley *et al*.，2002；罗礼智，2005；Sutherst and Maywald，2005；曾玲等，2005；张润志等，2005）。

红火蚁与其他的蚂蚁一样，是社会性昆虫。蚁群自然地划分为不同的类型如蚁后、工蚁和雄蚁等（Hölldobler and Wilson，1990；Taber，2000）。不同类型间以及同一类型的不同个体间的分工与合作，使蚁群的社会性行为得以体现，而各类型间、个体间的信息交流是蚁群社会性行为得以体现的重要基础（Hölldobler and Wilson，1990；Detrain and Deneubourg，1997；Franks and Deneubourg，1997；Gordon and Mehdiabadi，1999；Backen *et al*.，2000）。触角是蚂蚁进行信息交流的主要渠道，个体间的触角接触被视为一种复杂的‘触角语言”，因为蚁群中的交哺行为、友情的表示、同巢个体和等级的识别以及化学信息的传导等都与触角的触打有关（Hölldobler and Wilson，1990），同时，触角也是其感受外界刺激如挥发性化合物（性信息素、二氧化碳），物理因子（水蒸气、温度、声音）等的主要器官（Hashimoto，1990；Isidoro *et al*.，2000；Kleineidam *et al*.，2000）。因此，触角的形状，触角感受器的类型、数量以及分布等均可以影响到蚁群的社会等级或个体的行为反应（Hölldobler and Wilson，1990；Isidoro *et al*.，2000；Renthal *et al*.，2002；2003）。

就红火蚁而言，蚁后、工蚁以及雄蚁的触角形态、感受器腺体以及受体蛋白等均不一样。除了触角的形状和节数以外，工蚁、蚁后和雄蚁感受器的种类、大小、数量多少以及分布等也有明显的差异（Renthal *et al*.，2002；2003）。在工蚁中，触角感受器的数量也会随工蚁个体的大小不同而有差异（Renthal *et al*.，2003）。工蚁和蚁后的触角上有3种受体蛋白，而雄蚁触角中仅有1种（Renthal *et al*.，2002）。虽然触角的作用主要是接受信息，没有下达命令或通知的作用（Hölldobler and Wilson，1990），但Isidoro等（2000）的研究结果表明，工蚁和蚁后的触角上有一种具有分泌功能的外胚层腺体，而雄蚁触角则没有这种腺体，尽管这种腺体的功能目前还不清楚。因此，进一步研究阐明红火蚁的触角形态及其功能无论是对于阐明其社会性行为或潜在机制，还是对于研发新的防治技术都具有十分重要的意义。为了更准确地确鉴别红火蚁，并更好地了解我国红火蚁的发生危害规律，我们对采自我国广东和广西的红火蚁工蚁、有翅雌蚁和雄蚁的触角形态及触角感受器的类型和分布等进行了研究，结果整理如下。

## 1　材料和方法

### 1.1　虫源

红火蚁于2005年4月初采自我国广东吴川市郊（北纬21°26 ’，东经110°47′）和广西南宁石埠镇（北纬22°48′，东经108°19′）。样本采集后放于70%（v/v）的酒精中保存，带回实验室后按Taber（2000）的标准进行等级鉴定。

### 1.2　方法

所观察的对象主要为大工蚁（major，体长约6 mm，简称大）、小工蚁（minor，体长约3 mm，简称小）、居于这两者之间的中工蚁（medium），以及有翅雄蚁和有翅雌蚁（以下简称为雄蚁和雌蚁）。将大、中、小工蚁，雄蚁和雌蚁若干头，在解剖镜下用刀片将触角连同头部切下，在70%的乙醇中洗去表面粘附物，用戊二醛固定24 h。梯度脱水后用导电胶按不同的观察面分别粘于扫描电镜样品台上。放入真空喷涂仪内喷金，在日立S-570扫描电镜下观察、照相，加速电压为12 kV。

触角的形态参考Hölldobler和Wilson（1990）及Renthal等（2003）的描述。触角感受器的鉴别和命名主要按照Schneider（1964）的标准进行，其形态描述主要参考Hashimoto（1990）对蚂蚁以及Renthal等（2003）对红火蚁感受器所使用的特征。

## 2 结果与分析

### 2.1 触角形态

工蚁：触角膝状，红褐色，着生于唇基上方。触角共 10 节，末端两节(A9 - A10)为棒状，柄节较长，梗节锥形，全长 1.1(小) ~ 2.2 (大) mm，最小直径 30 μm，棒节直径约 120 μm。工蚁末节长度约为 240 μm (小) ~ 400 μm (大) (图版Ⅰ∶1)。触角长度随个体大小的增加而增加。触角末节的一侧圆，另一侧扁平，扁平的一侧实际上是变弯的端面，用以接触物体。

雌蚁：触角形态与工蚁的相似，但由 11 节组成，长约 1.8 mm，最小直径约 50 μm，棒节直径约 140 μm，末端 3 节 (A9 - A11) 形成棒节，棒节上有大量的感受器 (图版Ⅰ∶2, 3)。

雄蚁：触角 12 节，黑色，线状，长约 2.2 mm，直径约 100 μm，末端没有棒状结构，柄节、梗节较短，梗节成扁球状(图版Ⅰ∶4, 5)。

### 2.2 触角感受器类型

在红火蚁的触角表面共观察到 7 种感受器，分别为毛形感受器 (sensillum trichodea, st)，曲毛形感受器 (sensillum trichodea curvata, stc)、锥形感受器 (sensillum basiconca, sb)、腔锥形感受器 (sensillum coeloconica, sc)、坛形感受器 (sensillum ampullaceal, sa)、刺形感受器 (sensilla chaetica, sch) 和 Böhm 氏鬃毛 (Böhm bristles, bb)。工蚁和雌蚁的感受器主要分布在触角末端的棒节，棒节以外的其他各鞭节只有毛形感受器，Böhm 氏鬃毛仅分布在柄节和梗节基部。雄蚁的鞭节每节的感受器数量相近，主要为曲毛状、毛状感受器和少量的刺形、腔锥形、坛形和锥形感受器，前 4 种在每个鞭节都有，坛形感受器分布在末端 3 节，锥形感受器分布在末端两节。另外，我们新发现了一种雄蚁独有的、并有别于已知的毛形感受器的超短毛状感受器，暂定名为超短毛感受器(ultrashort sensillum trichodea, ust)。

### 2.3 触角感受器形态及分布

**2.3.1 毛形感受器**：毛形感受器是触角上分布最广，数量最多的感受器。该种感受器细长，表面光滑，依其长度可以分为长毛形和短毛形两种：短毛形感受器在每节都有分布，长约 18 ~ 24 μm，基部直径约为 0.72 μm (图版Ⅰ∶7；图版Ⅱ∶1)；长毛形感觉器分布在除棒节以外的其他各节，数量较少，长约 65 ~ 75 μm，基部直径约 1.8 ~ 2.4 μm(图版Ⅰ∶7)。短毛形感受器在工蚁、雌蚁与雄蚁中均可发现，但长毛形感受器仅在工蚁、雌蚁中发现，在雄蚁中没有发现。

**2.3.2 曲毛形感受器**：曲毛形感受器与毛形感受器相似，但是比短毛形感受器粗，表面光滑，端部较尖，向触角末端弯曲。长约 14 ~ 24 μm，基部直径约为 1.5 ~ 2.5 μm。该种感受器在工蚁、雌蚁与雄蚁中均可发现。在雌蚁和工蚁中主要分布在棒节 (图版Ⅰ∶7)，数量较少；在雄蚁中则分布在各鞭节，数量较多。

**2.3.3 锥形感受器**：锥形感受器着生于触角表面的基窝内，表面有环纹，顶端钝圆，末端稍微向前弯曲，形成手柄状，长约 12 ~ 19 μm，直径约 3 ~ 3.3 μm (图版Ⅰ∶6, 7；图版Ⅱ∶2)。大部分锥形感受器分布在触角棒节的末端，以扁平的一面数量较多，但数量比毛形感受器少。该种感受器在工蚁与雌蚁的触角上所处的位置基本相同，在雄蚁中则分布在末端两节，其数量比雌蚁的少(图版Ⅰ∶6)。

**2.3.4 腔锥形感受器**：腔锥形感受器是一个内陷的孔，在触角表面有突起。最大直径约为 2.7 ~ 3.2 μm，内陷孔的直径约为 0.83 ~ 1.2 μm (图版Ⅰ∶7；图版Ⅱ∶3, 5)。该种感受器在工蚁、雌蚁与雄蚁中均可发现，数量较少。在工蚁与雌蚁中主要分布在触角棒节，在雄蚁中则分布在各鞭节。

**2.3.5 坛形感受器**：坛形感受器与腔锥形感受器形状相同，分布在腔锥形感受器附近，是一个内陷的孔，与坛形感受器的瓶状小室相连，直径比腔锥形感受器小，约为 0.4 μm (图版Ⅱ∶4, 5)。该种感受器在工蚁、雌蚁与雄蚁中均可发现，但其仅分布在工蚁和雌蚁的末端两节，在雄蚁中则分布在末端 3 节。

**2.3.6 刺形感受器**：刺形感受器的外形如刺，比毛形感受器粗且稍短，顶端钝圆，垂直于触角表面。依其形态可分为 2 种类型，即刺形感受器Ⅰ和刺型感受器Ⅱ：刺形感受器Ⅰ较刚直，基部直径为 2 μm，长约 10 ~ 11 μm，分布在鞭节，数量较少，一般每节 2 ~ 4 根 (图版Ⅰ∶7；图版Ⅱ∶6)；刺形感受器Ⅱ的基部刚直挺立，近端部弯曲成弧形，基部直径约 1.5 ~ 2.0 μm，向顶端渐细，长约 6.5 ~ 7.5 μm (图版Ⅱ∶2, 6, 7)。刺型感受器分布在工蚁和雌蚁的棒节上，数量较少，每节 4 ~ 6 个，在雄蚁各鞭节都有分布，其数量比工蚁和雌蚁多。

**2.3.7 Böhm 氏鬃毛**：Böhm 氏鬃毛外形类似短刺，比刺形感受器短而尖，又比锥形感受器细，不具基窝，基部直径约 1 ~ 1.5 μm，长约 10 ~ 25 μm，表面光

滑。成簇分布于柄节和梗节的基部，鞭节上无此感受器（图版Ⅱ：8）。该种感受器在工蚁、雌蚁与雄蚁中均可发现。

**2.3.8　超短毛感受器**：这种感受器比短毛形感受器更短，匍匐于触角表面，表面光滑，端部急剧变尖，基部直径约 0.7 μm，长约 2.8～3 μm（图版Ⅱ：9），但数量较少。

## 3　讨论

红火蚁的触角形态表现为明显的性二型。工蚁和雌蚁的触角膝状，端部成棒状，柄节较长（图版Ⅰ：1～3）。雄蚁的触角线状，柄节较短，梗节成扁球状，末端无棒状结构（图版Ⅰ：4，5）。工蚁与雌蚁的触角形态相似是可以理解的，因为工蚁是绝育的雌蚁。但是，雌蚁的触角却比工蚁的多了 1 节，末端 3 节形成棒状结构（图版Ⅰ：1～3），这应该是工蚁与雌蚁在蚁群中所扮演的角色不同所致。雌蚁除了产卵之外，要交配、建造蚁巢、哺育工蚁，而工蚁的任务则要简单得多（Taber，2000；Renthal *et al*.，2002，2003）。这些结果与 Renthal 等（2002，2003）对采自美国德州的多后型（polygeny）红火蚁的研究结果相一致，又一次表明所采集的样本确实是红火蚁 *S. invicta*，并很可能是多后型（罗礼智，2005）。另外，这些结果也为准确地区分蚁巢中的工蚁、蚁后以及雄蚁提供了更多可靠的形态依据。

工蚁、雌蚁和雄蚁触角的差异不仅表现在形状和触角节数的多少（图版Ⅰ：1～5）（Renthal *et al*.，2002，2003），而且其感受器的种类、数量和分布也存在明显差别。雌蚁与工蚁的触角感受器种类和分布相同，即主要分布于棒节。但由于雌蚁的棒节比工蚁的多了 1 节，因此，触角感受器的数量要多于工蚁。同理，大小不同的工蚁触角感受器类型和分布相同，但触角棒节感受器数目随棒节长度的增加而增加，大、中和小工蚁的触角感受器数量依次减少。雄蚁的触角感受器的种类、数量和分布与工蚁和雌蚁相比差别较大。首先，雄蚁触角上的曲毛形感受器的数量以及大小比工蚁或雌蚁上的多和均匀（图版Ⅱ：11）；另外，雄蚁中的触角感受器较为均匀地分布在每一个鞭节，而不是集中在端节。这些结果与 Renthal 等（2003）的研究结果基本一致。雌蚁和工蚁上的毛形、曲毛形、锥形、腔锥形和坛形等 5 种感受器的形态和分布与 Renthal 等（2003）的相同。然而我们的结果与 Renthal 等（2003）的研究存在较大的差别：第一，我们在雄蚁的触角上发现了锥形感受器，Renthal 等（2003）的研究认为雄蚁的触角上不存在这种感受器；第二，他们没有报道刺形感受器（sensilla chaetica），而且把 Böhm 氏鬃毛命名为江氏器（Johnston 's organ）；第三，他们在雄蚁触角梗节上发现的数个钟形感受器（sensillum campaniformia）（未见图片）在我们的观察中没有发现。我们发现在雄蚁触角上存在着一种雌蚁和工蚁触角上没有发现、与已知的毛形感受器不同的超短毛形感受器（图版Ⅱ：9），这种感受器在多个（3 个以上）标本上观察到，每个标本上观察到 2～4 个，这是一种具有功能的新型的感受器，还是未发育完全的感受器，还有待进一步研究。

触角是蚂蚁接受外来信号刺激的主要器官（Hölldobler and Wilson，1990），因此，感受器的类型不同，其功能也不一样。从红火蚁触角感受器的类型来看，其触角具有接受信息素、接触各种化学和物理刺激等方面的功能或作用。工蚁和蚁后的触角感受器主要位于触角的端节，因此，棒节在接受各类刺激中的作用最大。雄蚁触角的感受器均匀分布在各节，主要是接受雌蚁所散发的性信息素，因此能较好地接受信息并寻找到雌蚁，完成交配的任务。另外，Isidoro 等（2000）的研究结果还表明，在工蚁和蚁后的触角上存在一种具有分泌功能的外胚层腺，但是在雄蚁的触角上则没有这种腺体。这些结果表明，红火蚁触角的多型现象与其社会分工有密切的关系（Cassill and Tschinkel，1999）。而本文中获得的结果，尤其是雄蚁所特有的超短毛型感受器的新发现，再度证明了不同型的红火蚁之间，其触角形态、感受器及功能上确实存在着较大的差异。从而为进一步揭示红火蚁的社会性行为，发生危害规律提供了新的科学依据。

## 参考文献（References）

Backen SJ，Sendova-Franks AB，Franks NR，2000. Testing the limits of social resilience in ant colonies. *Behav. Ecol. Sociobiol.*，48：125－131.

Buren WF，Allen GE，Whitcomb WH，Lennartz FE，Williams RN，1974. Zoogeography of the imported fire ants. *J. N. Y. Entomol. Soc.*，82：113－124.

Callcott AMA，2002. Range expansion of the imported fire ant 1918－2001. In：Diffie SK ed. Annual Imported Fire Ant Research Conference. Athens，Georgia.

Callcott AMA，Collins HL，1996. Invasion and range expansion of imported fire ants（Hymenoptera：Formicidae） in North America from 1918－1995. *Florida Entomol.*，79：240－251.

Cassill DL，Tschinkel WR，1999. Task selection by workers of the fire ant *Solenopsis invicta*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*，45：301 – 310.

Detrain C，Deneubourg JL，1997. Scavenging by *Pheidole pallidula*：a key for understanding decision-making systems in ants. *Anim. Behav.*，53：537 – 547.

Franks NR，Deneubourg JL，1997. Self-organizing nest construction in ants：individual worker behaviour and the nest's dynamics. *Anim. Behav.*，54：779 – 796.

Gordon D，Mehdiabadi N，1999. Encounter rate and task allocation in harvester ants. *Behav. Ecol. Sociobiol.*，45：370 – 377.

Hashimoto Y，1990. Unique features of sensilla on the antennae of Formicidae（Hymenoptera）. *Appl. Ent. Zool.*，25：491 – 501.

Hölldobler B，Wilson EO，1990. The Ants. Cambridge Massachusetts：Harvard Univ. Press.

Isidoro N，Romani R，Velasquez D，Renthal R，Bin F，Vinson SB，2000. Antennal glands in queen and worker of the fire ant，*Solenopsis invicta* Buren：first report in female social Aculeata（Hymenoptera，Formicidae）. *Insectes Sociaux*，47：236 – 240.

Kleineidam C，Romani R，Tautz J，Isidoro N，2000. Ultrastructure and physiology of the $CO_2$ sensitive sensillum ampullaceum in the leaf cutting ant *Atta sexdens*. *Arthrop. Struct. Dev.*，29：43 – 55.

Luo LZ，2005. Considerations and suggestions on managing the red imported fire ant，*Solenopsis invicta* Buren in China. *Plant Protection*，31（2）：cover，5 – 8. [**罗礼智**，2005. **基于控制我国红火蚁危害的几点思考**. **植物保护**，31（2）：**封面**，5 – 8]

Nattrass R，Vanderwoude C，2001. A preliminary investigation of the ecological effects of red imported fire ants（*Solenopsi invicta*）in Brisbane. *Ecological Management and Restoration*，2：220 – 223.

Pascoe A，2001. Turning up the heat on fire ants. *Biosecurity*，32：6.

Renthal R，Velasquez D，Hoog S，Carroll C，Weintraub ST，2002. Analysis of antennal proteins of the red imported fire ant. *Southwestern Entomol. Suppl.*，25：97 – 104.

Renthal R，Velasquez D，Olmos D，Hampton J，Wergin WP，2003. Structure and distribution of antennal sensilla of the red imported fire ant. *Micron*，34（8）：405 – 413.

Schneider D，1964. Insect antennae. *Ann. Rev. Entomol.*，9：103 – 122.

Solley GO，Vanderwoude C，Knight GK，2002. Anaphylaxis due to red imported fire ant sting. *Medical Journal of Australia*，176：521 – 523.

Sutherst RW，Maywald G，2005. A climate model of the red imported fire ant，*Solenopsis invicta* Buren（Hymenoptera：Formicidae）：Implications for invasion of new regions，particularly Oceania. *Environ. Entomol.*，34（2）：317 – 335.

Taber SW，2000. Fire Ants. Texas：Texas A&M University Press.

Xue DY，Li HM，Han HX，Zhang RZ，2005. A prediction of potential distribution area of *Solenopsis invicta* in China. *Chinese Bulletin of Entomology*，42（1）：57 – 60. [**薛大勇，李红梅，韩红香，张润志**，2005. **红火蚁在中国的分布区预测**. **昆虫知识**，42（1）：57 – 60]

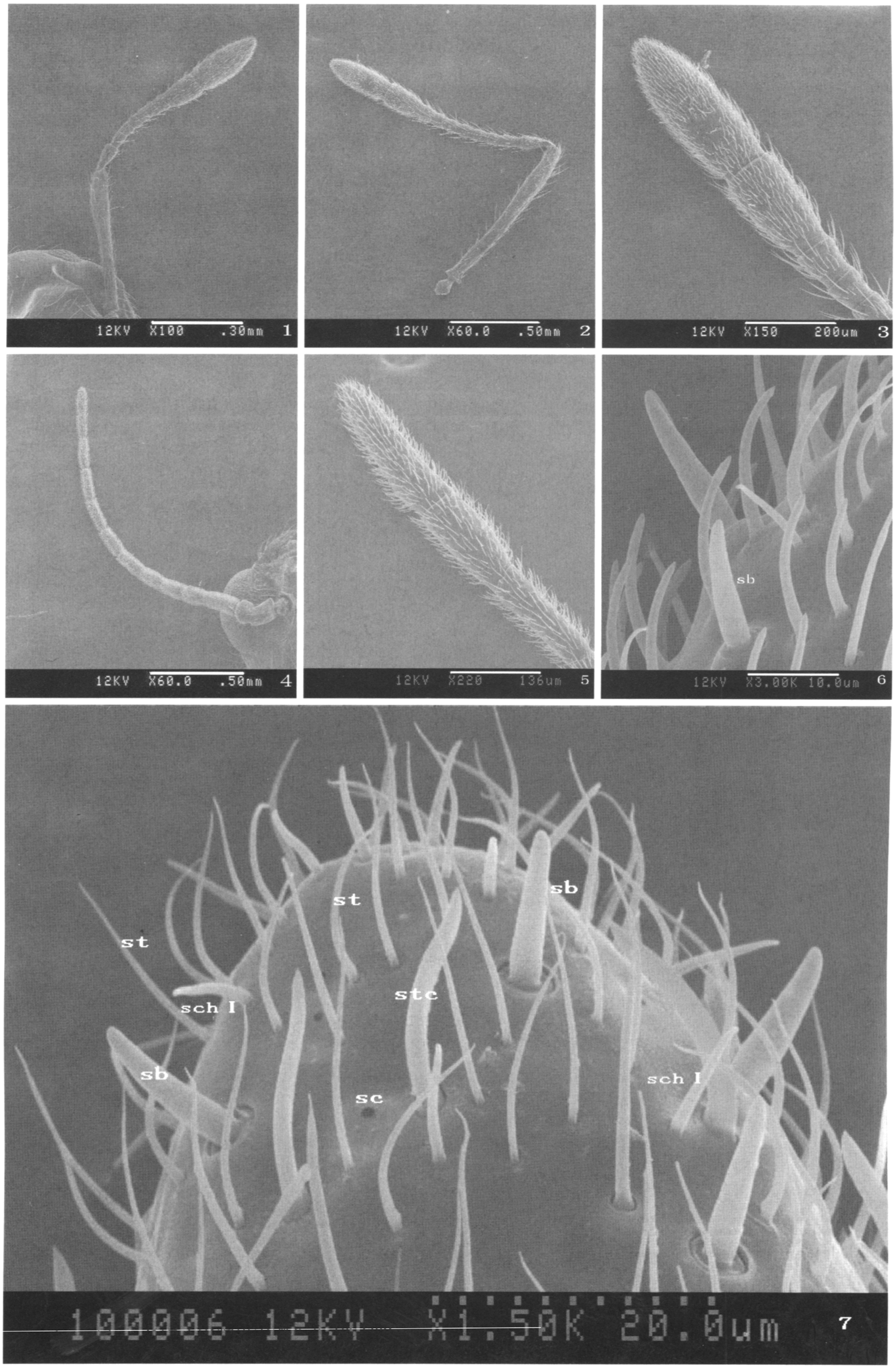
Zeng L，Lu YY，He XF，Zhang WQ，Liang GW，2005. Identification of red imported fire ant *Solenopsis invicta* to invade mainland China and infestation in Wuchuan，Guangdong. *Chinese Bulletin of Entomology*，42（2）：144 – 148. [**曾玲，陆永跃，何晓芳，张维球，梁广文**，2005. **入侵中国大陆的红火蚁的鉴定及发生为害调查**. **昆虫知识**，42（2）：144 – 148]

Zhang RZ，Ren L，Liu N，2005. An introduction and strict precautions against red imported fire ant，*Solenopsis invicta*，for its potential invasion to the mainland of China. *Chinese Bulletin of Entomology*，42（1）：6 – 10. [**张润志，任立，刘宁**，2005. **严防危险性害虫红火蚁入侵**. **昆虫知识**，42（1）：6 – 10]

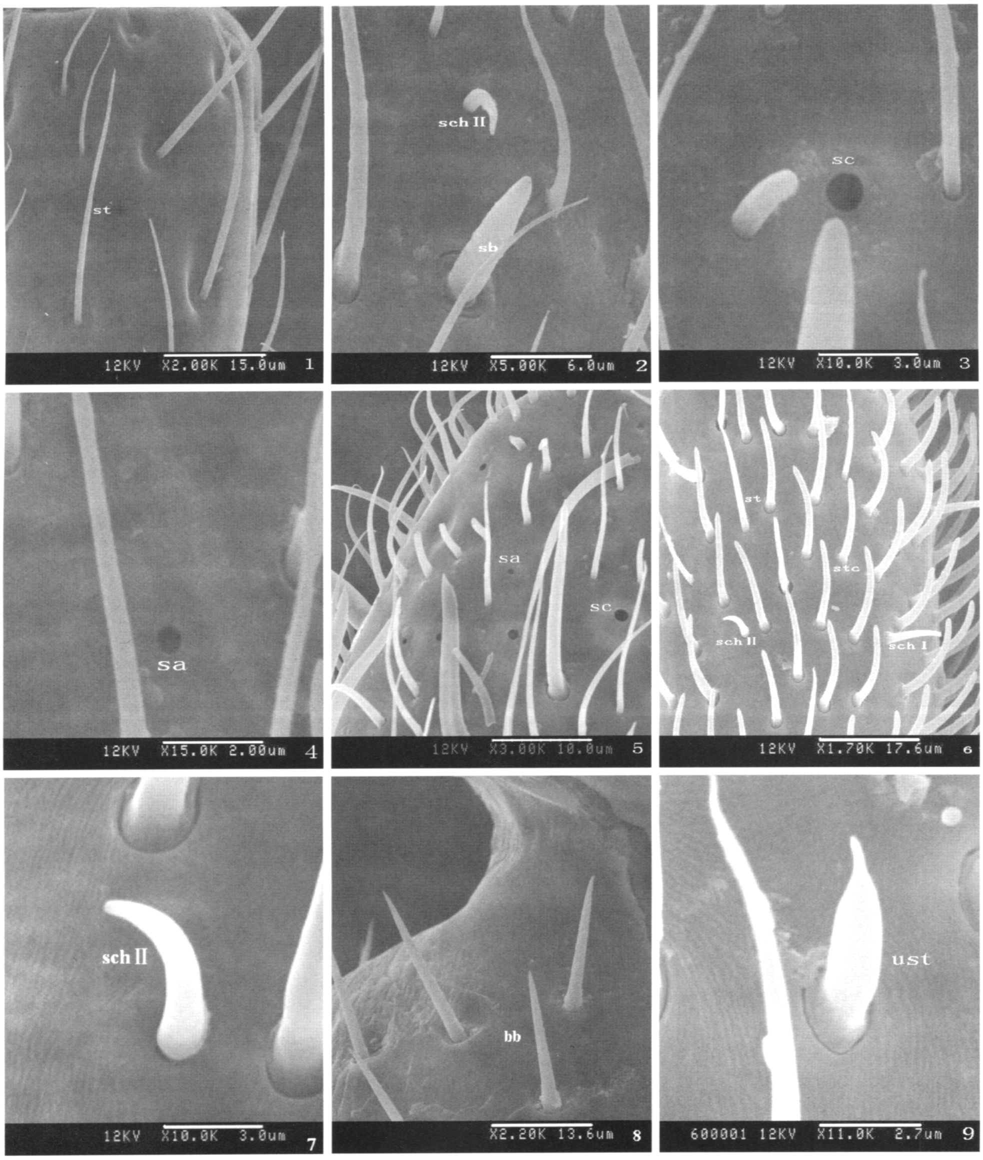
**（责任编辑 袁德成）**

高　艳等：红火蚁触角及其上感受器的扫描电镜观察　　图版 I

GAO Yan *et al*.: Antennal morphology and sensiha of the fire ant, *Solenopsis invica* Buren invaded Southern China observed with scanning electron microscopy　　Plate I



1. 工蚁触角形状 Antenna of worker ant (100 ×); 2. 有翅雌蚁触角形状 Female ant antenna (60 ×); 3. 有翅雌蚁触角末端 3 节 The club of female ant (150 ×); 4. 有翅雄蚁触角形状 Male ant antenna (60 ×); 5. 有翅雄蚁触角末端 3 节 The three distal segments of male ant antenna (220 ×); 6. 雄蚁触角上的锥形感受器 Sensillum basiconca of male ant antenna (3 000 ×); 7. 工蚁触角棒节末端的感受器 Apex of female ant antenna. sb: 锥型感受器 Sensillum basiconca; sc: 腔锥型感受器 Sensillum coeloconica; sch I: 刺型感受器 I Sensillum chaetica I (1 500 ×); st: 毛型感受器 Sensillum trichodea; stc: 曲毛型感受器 Sensillum trichodea curvata.



1. 工蚁触角第 5 节上的毛形感受器 Sensillum trichodea on the fifth flagellum of the worker ant (2 000 ×); 2. 工蚁触角上的锥形感受器和刺形感受器Ⅱ Sensillum basiconca and sensilla chaetica Ⅱ of the worker ant antenna (3 500 ×); 3. 工蚁触角末端的腔锥形感受器 Sensillum coeloconica on the apex of worker ant antenna (10 000 ×); 4. 工蚁触角末端的坛形感受器 Sensillum ampullaceal on the apex of worker ant antenna (15 000 ×); 5. 工蚁触角末端腔锥形和坛形感受器 Sensillum coeloconica and sensillum ampullaceal on the apex of worker ant antenna (3 000 ×); 6. 雄蚁触角上的感受器 Sensillum of male ant antenna (1 700 ×); 7. 雄蚁触角上的刺形感受器Ⅱ schⅡ of male ant antenna (10 000 ×); 8. 工蚁触角柄节基部的 Böhm 氏鬃毛 Böhm bristle on the basal scape of worker ant antenna (2 200 ×); 9. 雄蚁触角上的超短毛形感受器 Ultrashort sensillum trichodea on male ant antenna (11 000 ×). bb: Böhm 氏鬃毛 Böhm bristle; sa: 坛形感受器 Sensillum ampullaceal; sb: 锥形感受器 Sensillum basiconca; sc: 腔锥型感受器 Sensillum coeloconica; schⅠ: 刺形感受器Ⅰ Sensillum chaetica Ⅰ; schⅡ: 刺形感受器Ⅱ Sensillum chaetica Ⅱ; st: 毛形感受器 Sensillum trichodea; stc: 毛形感受器 Sensillum trichodea curvata; ust: 超短毛形感受器 Ultrashort sensillum trichodea.